

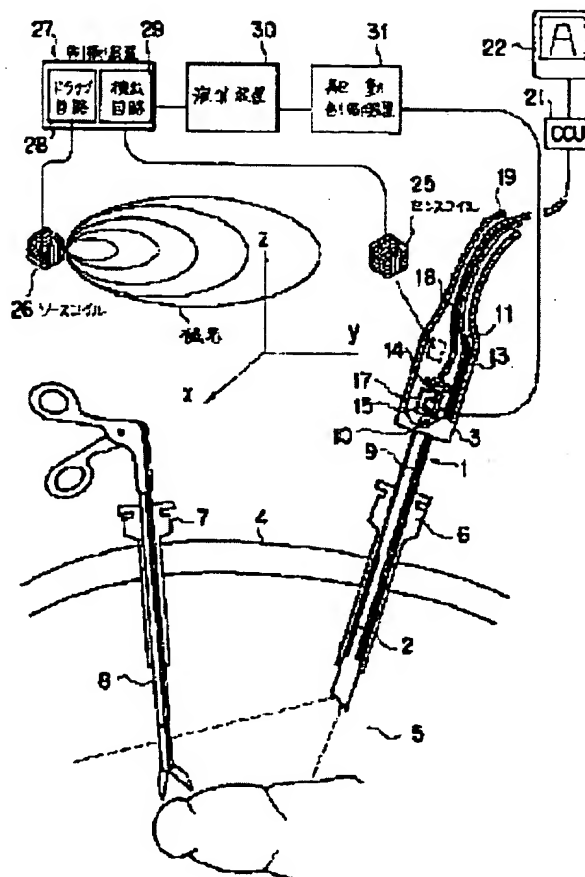
# ELECTRONIC ENDOSCOPE APPARATUS

**Patent number:** JP6269403  
**Publication date:** 1994-09-27  
**Inventor:** KARASAWA HITOSHI; TSUJITANI HIDEKI; KAWASE YUKIO; SHIGA AKIRA; KUBOTA TETSUMARU; TAGUCHI AKIHIRO; MIZUNO HITOSHI; YOSHINO KENJI; TANIZAWA SHINKICHI; YAMASHITA SHINJI; ISHIKAWA TOMONORI; KANAMORI IWAO  
**Applicant:** OLYMPUS OPTICAL CO  
**Classification:**  
 - international: A61B1/04; G02B23/24; H04N7/18  
 - european:  
**Application number:** JP19930060482 19930319  
**Priority number(s):** JP19930060482 19930319

Report a data error here

## Abstract of JP6269403

**PURPOSE:** To facilitate manual operations by keeping a vertical (top-bottom) direction without rotating an image on a TV monitor even when the main body of an endoscope is rotated around an optical axis while operating the endoscope, and easily grasping the orientation. **CONSTITUTION:** An electronic abdominal mirror 1 for picking up an endoscopic image with a CCD and displaying this image on an external monitor 27 is provided with magnetic coils 25 and 26 for calculating the rotating amount of the main body of the endoscope by detecting a position or inclination corresponding to a physical amount such as a magnetic field or gravity occupying a space where the main body of the endoscope is positioned and further, an endoscopic image rotation correcting means is equipped to rotate the direction of the image formed on the image pickup plane of the CCD around the optical axis and to keep the image on the monitor 27 in an erect normal state corresponding to the rotation of the abdominal mirror 1.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 1/04	3 7 0	9163-4C		
G 0 2 B 23/24		B 7408-2K		
H 0 4 N 7/18		M		
		N		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21)出願番号	特願平5-60482	(71)出願人	000000376 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(22)出願日	平成5年(1993)3月19日	(72)発明者	唐沢 均 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ ンパス光学工業株式会社内
		(72)発明者	辻谷 英樹 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ ンパス光学工業株式会社内
		(72)発明者	川瀬 幸男 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ ンパス光学工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦

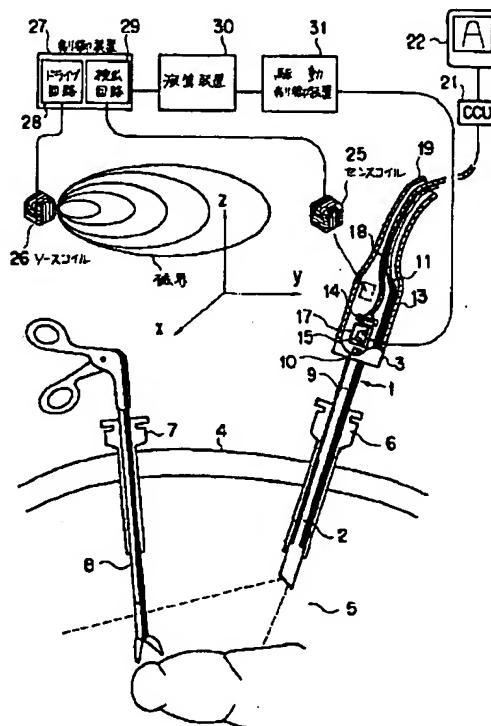
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 電子式内視鏡装置

## (57)【要約】

【目的】本発明は、内視鏡の操作中、内視鏡本体を光軸回りに回転しても、TVモニタ上での像が回転することなく上下(天地)方向を保つことができ、そのオリエンテーションの把握が容易で、手技の操作がやり易くする電子式内視鏡装置を提供することを目的とする。

【構成】CCD20で内視鏡像を撮像し、この像を外部のモニタ27に表示する電子式腹腔鏡1において、内視鏡本体が位置する空間に占める磁界や重力などの物理量に対する位置や傾きを検出して内視鏡本体の回転量を求める磁気コイル25、26を設け、前記CCD20の撮像面に結像する像の向きを光軸回りに回転するとともに、前記腹腔鏡1の回転に応じてモニタ27上の像を正立な状態に維持する制御を行う内視鏡像回転補正手段を具備した。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】内視鏡本体に設けられた光学系を通じて撮像素子で内視鏡像を撮像し、この像を外部のモニタに表示する電子式内視鏡装置において、前記内視鏡本体が位置する空間に占める磁界などの物理量に対する位置や傾きを検出して内視鏡本体の回転量を求める検出手段と、前記撮像素子の撮像面に結像する像の向きを光軸回りに回転させる像回転手段と、この像回転手段を操作する駆動機構と、前記検出手段で求めた内視鏡本体の回転量に応じて前記駆動機構により前記像回転手段を操作し前記モニタ上の像を回転させない制御を行う内視鏡像回転補正手段とを具備したことを特徴とする電子式内視鏡装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、CCD等の撮像素子で撮像した内視鏡像をTVモニタで表示する電子式内視鏡装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来、CCD等の固体撮像素子を内視鏡の挿入部や操作部本体に組み込んだ電子式内視鏡（いわゆるビデオスコープ）が知られている。この電子式内視鏡では、手術操作中、その内視鏡本体を光軸回りに回転すると、TVモニタ上では被写体の像の向きが回転し、その像の上下方向（天地方向）が変わってしまう。

【0003】この種の内視鏡を用いて体腔内手術を行う場合、その内視鏡の視野を変えるため、内視鏡の挿入部を光軸回りに回転させることがある。このとき、TVモニタ上での像が回転して傾いたり天地が逆になってしまうため、オリエンテーションが容易でなく、手技の操作がやり難かった。これは、特に、側視式や斜視式の内視鏡の場合には観察方向まで大きく変わってしまうので、オリエンテーションの把握が困難な状況になり易い。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、固体撮像素子を組み込んだ電子式内視鏡では、その内視鏡を操作中、挿入部を光軸回りに回転すると、TVモニタ上での像が回転して傾いたり天地が逆になったりする。特に、側視式や斜視式の内視鏡の場合には観察方向まで大きく変わってしまう結果、オリエンテーションの把握が容易でなく、手技操作がやり難かった。

【0005】本発明は前記課題に着目してなされたもので、その目的とするところは、内視鏡の操作中、内視鏡本体を光軸回りに回転しても、モニタ上での像が回転することなく上下（天地）方向を保つことができ、そのオリエンテーションの把握が容易で、手技の操作がやり易くなる電子式内視鏡装置を提供することにある。

##### 【0006】

【課題を解決するための手段および作用】前記課題を解決するために本発明は、内視鏡本体に設けられた光学系

を通じて撮像素子で内視鏡像を撮像し、この像を外部のモニタに表示する電子式内視鏡装置において、前記内視鏡本体が位置する空間に占める磁界などの物理量に対する位置や傾きを検出して内視鏡本体の回転量を求める検出手段と、前記撮像素子の撮像面に結像する像の向きを光軸回りに回転させる像回転手段と、この像回転手段を操作する駆動機構と、前記検出手段で求めた内視鏡本体の回転量に応じて前記駆動機構により前記像回転手段を操作し前記モニタ上の像を回転させない制御を行う内視鏡像回転補正手段とを具備したものである。内視鏡の操作中、内視鏡本体を光軸回りに回転しても、モニタ上での像が回転することなく、常に、正立状態を保つことができる。

##### 【0007】

【実施例】図1ないし図2は本発明の第1の実施例を示すものである。この実施例ではトラカールを用いて腹腔鏡下手術を行う場合について説明する。ここで、電子内視鏡としては硬性鏡たる斜視型の腹腔鏡1である。図1はその使用状態を示している。

【0008】腹腔鏡1は挿入部2と手元操作部3とを有する。図1中、4は腹壁であり、気腹した腹腔5内には複数のトラカール外筒管6、7が腹壁4を貫通して設置され、一方のトラカール外筒管6を通じて前記腹腔鏡1の挿入部2が挿通されている。また、他方のトラカール外筒管7には、例えば把持鉗子8が挿通されている。

【0009】前記腹腔鏡1の挿入部2は直管状のシース9を有してなり、シース9の内部にはリレーレンズ10が設けられている。シース9の先端部内には図示しない斜視型対物レンズ系を設けており、これで結像した構造は、前記リレーレンズ10を通じて手元操作部3側に伝送される。腹腔鏡1の挿入部2から手元操作部3にわたりライトガイド用ファイバ束11が挿入配設されている。

【0010】手元操作部3の本体13には、撮像面に結像する像を電気信号（撮像信号）に変換する固体撮像素子としてのCCD14を固定的に設けている。リレーレンズ10の出射端とCCD14の撮像面との間の光軸上にはイメージローテータ15が回転自在に設置されている。このイメージローテータ15は光軸回りで回転することにより、CCD14の撮像面に結像する視野画像を、その回転量の2倍、回転する機能を有する。イメージローテータ15は、回転駆動装置17によって適宜回転されるようになっている。

【0011】前記CCD14は、これによって得た撮像信号を増幅するアンプ回路を有しており、これには信号ケーブル18が接続されている。信号ケーブル18は可撓性ケーブルチューブ19を通じて、内視鏡外部のカメラコントロールユニット21に接続される。このカメラコントロールユニット21はCCD14の読取り動作を制御し、その撮像信号を処理して映像信号に変換する。

この映像信号はTVモニタ22に伝送される。

【0012】なお、ライトガイド用ファイバ束11も、可撓性ケーブルチューブ19を通じて外部の図示しない内視鏡用光源装置に導かれるようになっている。したがって、ライトガイド用ファイバ束11と信号ケーブル18とは1本にまとめられるので、手技中、これらの取扱いが複雑にならない。

【0013】内視鏡本体の、例えば手元操作部3の本体13の内部には、その腹腔鏡1の位置と向きから内視鏡本体の回転量を検知するための位置センサとしてのセンスコイル25が設けられている。このセンスコイル25は3軸直交の3つの磁気受信コイルを有している。そして、これは、後述するソースコイル26の発生する磁界を検出してそれ自身の位置と向きを検知する。

【0014】前記ソースコイル26は、センスコイル25と同じく3軸直交の3つの磁界発生用コイルを有してなる。制御装置27のドライブ回路28によって、これの各磁界発生用コイルには、順にパルス電流を流し、腹腔鏡1を使用する空間内にx、y、zの各軸方向に基準磁界を発生させる。腹腔鏡1に組み込まれたセンスコイル25の各磁気受信コイルにはその各軸方向に基準磁界により誘導電流が発生する。そして、この誘導電流は、制御装置27の検出回路29で検出される。ドライブ回路28と検出回路29は、その制御装置27によって連繫制御される。

【0015】この検出結果は演算装置30に出力される。そして、この検出結果が、演算装置30に予めインプットされた内視鏡の位置と向きに対する内視鏡像の傾き（回転）と比較演算されることにより、腹腔鏡1の軸回りの回転向きとその回転量を算出する。さらに、内視鏡像を正立させるために必要なイメージローテータ15の回転データを算出する。その演算装置30で演算して得たデータを駆動制御装置31に送る。駆動制御装置31は回転駆動装置17の動作を制御し、イメージローテータ15を所定の向きに所定の量で回転する内視鏡像回転補正手段を構成している。

【0016】次に、腹腔鏡下手術を行う状況とともにその作用を説明する。図1で示すように、一方のトラカール外筒管6を通じて前記腹腔鏡1の挿入部2を挿通し、他方のトラカール外筒管7には把持鉗子8を挿通する。

【0017】そして、腹腔鏡1を通じて腹腔5内の臓器等を観察して診断、及び把持鉗子8を用いての腹腔鏡下手術の処置を行う。この場合の腹腔鏡1の観察状態を説明すると、まず、腹腔鏡1が正面を向く通常の姿勢において、TVモニタ22には、図2の(a)で示すように内視鏡像（視野像）が映り、術者は、腹腔鏡1の正面向きに対応した正立像の状態であると認識している。このときのイメージローテータ15の回転角は、『0°』であり、CCD14の撮像面には、正立の像が結像されている。

【0018】この状態から腹腔鏡1を回転する。仮に、『90°』時計方向へ回転させた場合は、図2の(b)で示すように、イメージローテータ15と、CCD14も、『90°』時計方向へ一体的に回転する。このため、TVモニタ22の画面は、反時計方向へ『90°』、つまり、逆向きに回転する。

【0019】ここで、腹腔鏡1の回転する向きと量は、前述したように、センスコイル25がソースコイル26の発生する磁界の状態を検出し、これを演算装置30で処理することにより知ることができる。駆動制御装置31は、腹腔鏡1の回転の向きと回転量に応じて、回転駆動装置17の動作を制御する。

【0020】つまり、イメージローテータ15を、『45°』反時計方向へ回転させる。このため、CCD14の撮像面に対する像は、時計方向へ『90°』回転し、図2の(c)で示すように、CCD14の撮像面に対する像は正立の状態に戻る。したがって、TVモニタ22の画面には、常に正立の像が得られる。このため、腹腔鏡1の挿入部2をその使用状況に応じて適時、回転することがあっても、その腹腔鏡1の本体に対する向きで常に正立の状態で、観察することができる。

【0021】なお、前記実施例の構成において、手元操作部の本体内に組み込んだが、挿入部内に設置してもよい。この場合、駆動源は手元操作部の本体内に組み込み、回転管等を介して挿入部内のCCDを回転するとよい。対物光学系にCCDを直接的に対向させることができる。

【0022】図3は前記回転駆動装置17の駆動動作をファジィ推論手段35で制御するようにした変形例である。ファジィ推論手段35は、演算装置30から出力されるデータ（回転速度、回転角度、回転後の位置での保持時間等）をメンバシップ関数前件部（ファジィルールが成立するための条件を書き込んだ部分）に入力され、メンバシップ関数後件部（ファジィルールの結果部分）から回転駆動装置17にイメージローテータ15の制御データを出力し、その回転駆動装置17によってイメージローテータ15を回転する。前記条件は回転速度、回転角度、回転後の位置での保持時間等であり、これは入力部36から入力する。なお、それ以外の条件を付け加えてもよい。

【0023】そこで、まず、ユーザが入力部36から回転補正を行う前述したような条件データをメンバシップ関数前件部に入力する。なお、それ以外の条件を付け加えてもよい。

【0024】しかし、ユーザが設定した条件、つまり、内視鏡の一定以下の回転角、一定時間内等の回転では、回転補正がかからず、内視鏡像の回転補正動作が無視されるので、手ぶれや硬性鏡1の突発的な回転によってTVモニタ22の画像が回転することがない。このため、モニタ観察による術者の疲れを軽減できる。

【0025】図4は本発明の第2の実施例を示すものである。これは前述したような腹腔鏡1の本体、例えば挿入部2の外周を覆うように取り囲むアダプタ40を設ける。このアダプタ40は患者の腹壁4の表面に当てて設置する。腹腔鏡1は前述した第1の実施例の場合と同様に構成され、その内視鏡像の回転補正を行うためのイメージローテータ15およびその回転駆動装置を有している。腹腔鏡1の手元操作部3にはライトガイド口金41が設けられている。また、使用する場合、腹腔鏡1はトラカール外筒管6に挿通する。

【0026】挿入部2の外周にはその挿入部2の軸方向に延びるバーコードあるいは筋等の指標42を設ける。この挿入部2を挿通するアダプタ40の挿通孔43の内面部にはその指標42を読み取るセンサ44が設けられている。

【0027】このセンサ44としては、光、超音波、或いは微弱な電流等の手段を用いたもので、腹腔鏡1の挿入部2の回転に伴い、そのセンサ44の前を指標42が幾つ通過したかを検出する。この検出データは演算装置45に送られ、ここで、腹腔鏡1の回転角度を算出する。

【0028】さらに、演算装置45に予め、インプットされている内視鏡の回転角度に対する内視鏡像の回転量のデータからモニタ上の像を正立させるために必要なイメージローテータ15の回転量を算出し、このデータを制御装置46に送ってこれによりイメージローテータ15の回転駆動装置を動作させる。腹腔鏡1の回転に伴うTVモニタの内視鏡像が回転することを補正し、モニタ像を正立の状態に維持する。しかし、この実施例ではアダプタ40に設けたセンサ44で腹腔鏡1の指標42を検出するから、簡単な構成手段で、腹腔鏡1の回転を確実に検出できる。

【0029】図5は前述した第2の実施例の変形例を示す。この変形例は、腹腔鏡1の本体を回転自在に保持するアダプタ40を、手術台47に固定された関節式支持アーム48によって任意の空間位置に保持するようにしたものである。その他は前述した第2の実施例のものと同一である。

【0030】図6は本発明の第3の実施例を示すものである。この実施例では内視鏡本体内に組み込まれたCCD等の撮像素子で撮像した内視鏡像を内視鏡外部に設置したTVモニタで表示する電子式内視鏡装置において、その内視鏡の回転を重力を利用して検出し、この回転角データに基づいてその内視鏡像を正立になるように補正する方式としたものである。この場合の内視鏡は、前述した実施例と同様、腹腔鏡1を例に挙げている。

【0031】腹腔鏡1の手元操作部3には、その内視鏡の軸回りの回転を検出する第1の重力センサ51とその内視鏡の軸の傾き角度を検出する第2の重力センサ52とを組み込んである。

【0032】内視鏡の軸回りの回転を検出する第1の重力センサ51は、手元操作部3の本体外周に移動ボール53を入れた、いわゆるドーナツ状に丸くした中空管54が装着されている。移動ボール53は常に中空管54の最も低い部位に位置しており、正面位置からの移動量により内視鏡の軸回りの回転を検出する。移動ボール53の検出手段としては、例えば中空管54に沿って多数の近接スイッチを配置し、その移動ボール53を検出する。

【0033】この検出データを利用してイメージローテータ15の回転駆動装置を動作させるなど、腹腔鏡1の回転に伴うTVモニタの内視鏡像が回転することを補正し、モニタ像を正立の状態に維持する。

【0034】一方、内視鏡の軸の傾き角度を検出する第2の重力センサ52は、手元操作部3の本体内に、その内視鏡の軸方向に沿って、移動ボール55を入れた直管状の中空管56を設置し、内視鏡の軸の傾き角度に応じて移動する移動ボール55の位置を検出することにより、内視鏡の軸の傾き角度を検出する。移動ボール55の検出手段としては、例えば中空管56に沿って多数の近接スイッチを配置し、その移動ボール55を検出する。この検出データを利用して内視鏡の軸の傾き角度を算出する。そして、鉛直軸に対する傾き角度が一定角度 $\theta$ 以下の場合には、内視鏡像の回転補正の動作を解除し、解除前の位置で内視鏡像を固定する制御を行う。

【0035】しかし、この腹腔鏡1の使用においての内視鏡像の回転補正は、前記実施例と同様、内視鏡の軸回りの回転を検出する第1の重力センサ51の検出データによって、イメージローテータ15の回転駆動装置を駆動制御して行われる。

【0036】ところで、腹腔鏡1を比較的立てて使用する状況Aにおいて、腹腔鏡1を回転することなく、反対側のBの状態に寝かせた場合を考えると、第1の重力センサ51が作動してしまう。つまり、本当は回転して欲しくないのに重力を検知して内視鏡像を回転補正する動作が行われ、不必要な内視鏡像の回転が起きて、使い勝手が悪い。

【0037】そこで、この実施例では、第2の重力センサ52で、内視鏡軸の傾き角度を検出し、その角度が $\theta$ 以下になったとき、自動的に行われる内視鏡像の回転補正動作を停止し、解除前の位置で内視鏡像を固定する。したがって、回転して欲しくないのに重力を検知して内視鏡像を回転補正する動作を行うことを防止し、内視鏡像の回転が起きず、使い勝手がよい。

【0038】図7は内視鏡の光軸回りの回転角度と内視鏡軸の傾き角度を同時に検知する重力センサ57を示す。この重力センサ57は、円筒体58の壁部内に形成した空洞内にフローティング部材59を収納し、このフローティング部材59の位置で内視鏡の光軸回りの回転角度と内視鏡軸の傾き角度を同時に検知する。

【0039】図8および図9は本発明の第4の実施例を示すものである。この実施例では腹腔鏡1の手元操作部3の本体60内に固体撮像素子としてのCCD14を設け、リレーレンズ61を通じて伝送されてきた光像を撮像する。CCD14とリレーレンズ61との間の光軸上には、イメージローテータ15が回転自在に設置されている。なお、図8中、62はライトガイドファイバである。

【0040】このイメージローテータ15は光軸回りで回転することにより、CCD14の撮像面に結像する視野画像を回転する機能を有する。イメージローテータ15は、同じく手元操作部3の本体60内に設けられる制御装置63によって制御されるイメージローテータ駆動装置64によって回転駆動され、モニタ上の内視鏡像が正立になるように自動補正する。

【0041】図9で示すように、手元操作部3の本体60の外周には、全周にわたり等間隔で複数の受光素子65が設けられている。これらの受光素子65は、手術室の天井に設置される照明灯66からの光を受光し、各受光素子65の受光量の差から本体60のどの部分に一番強く光が当たっているかを検知し、これによって内視鏡の向き（回転量）を検知する。

【0042】すなわち、モニタ上の内視鏡像を正立させるために必要なイメージローテータ15の回転量を決定し、これに応じて制御装置63によって制御されるイメージローテータ駆動装置64によってイメージローテータ15を回転駆動し、モニタ上の内視鏡像が正立になるように自動的に補正する。なお、前記受光素子65或いは制御装置63は、内視鏡本体ではなく、術中、内視鏡を固定するために用いる内視鏡保持装置の保持具に設けてもよい。

【0043】図10は、腹腔鏡1の挿入部2の先端部内に固体撮像素子としてのCCD14を横向きにおいた構成のものである。さらに、CCD14の撮像面上に設けたプリズム66aと対物レンズ66bの間にイメージローテータ15を介在させた。この場合、イメージローテータ15内で裏像となった後、プリズム66で元の表像に戻するため、CCD14の撮像面に取り込まれる像をモニタに映す間に像を反転させる必要がない。図10中、68はイメージローテータ駆動装置、69は斜視型の対物レンズであり、70はライトガイド用ファイバ束である。

【0044】図11ないし図13は本発明の第5の実施例を示すものである。この実施例では斜視型の腹腔鏡1の挿入部2をスコープホルダ71で回転自在に保持する例であり、そのスコープホルダ71には腹腔鏡1の挿入部2の回転を検出するエンコーダ72が組み込まれている。

【0045】一方、腹腔鏡1には前述した場合と同様に内視鏡の観察視野を撮像する固体撮像素子が設けられて

いる。この固体撮像素子で撮像した内視鏡像は、内視鏡外部に設置されたモニタ73に映し出される。モニタ73はモータ74で回転されることにより内視鏡像を正立な状態になるように回転される。モータ74はコントローラ75によって回転が制御される。コントローラ75は前述したエンコーダ72で検出した内視鏡の回転データを取り込んでドライバ76を制御し、モータ74を作動する。

【0046】しかして、腹腔鏡1を軸回りに回転した場合、その回転に応じて前述したモニタ73自体を回転することにより内視鏡像を正立な状態になるように自動的に補正する。

【0047】なお、本発明は、イメージローテータを用いる代わりに撮像素子の方を回転して補正する方式としてもよい。イメージローテータの機能は撮像素子に結像する像を回転するものであるから、撮像素子を相対的に回転しても同様な機能が得られる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明のものによれば、内視鏡の操作中、内視鏡本体を光軸回りに回転しても、モニタ上での像が回転することなく、内視鏡像が正立の状態に保つことができ、そのオリエンテーションの把握が容易で、手技の操作がやり易い。また、前記内視鏡本体が位置する空間に占める磁界や重力などの物理量に対する位置や傾きを検出して内視鏡本体の回転量を求めるから、その内視鏡本体に組み込むべき検出手段の部分の構成が比較的簡単である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る腹腔鏡の使用状態の説明図。

【図2】本発明の第1の実施例に係る内視鏡像の回転補正動作の説明図。

【図3】本発明の第1の実施例の変形例に係る腹腔鏡の使用状態の説明図。

【図4】本発明の第2の実施例に係る腹腔鏡の使用状態の説明図。

【図5】本発明の第2の実施例の変形例に係るその使用状態の説明図。

【図6】本発明の第3の実施例に係る腹腔鏡の使用状態の説明図。

【図7】本発明の第3の実施例の重力検知装置の変形例の斜視図。

【図8】本発明の第4の実施例に係るその使用状態の説明図。

【図9】図8中A-A線に沿う断面図。

【図10】本発明の他の変形例の挿入部の断面図。

【図11】本発明の第5の実施例に係るその使用状態の説明図。

【図12】本発明の第5の実施例に係る腹腔鏡装置のモニタ部の斜視図。

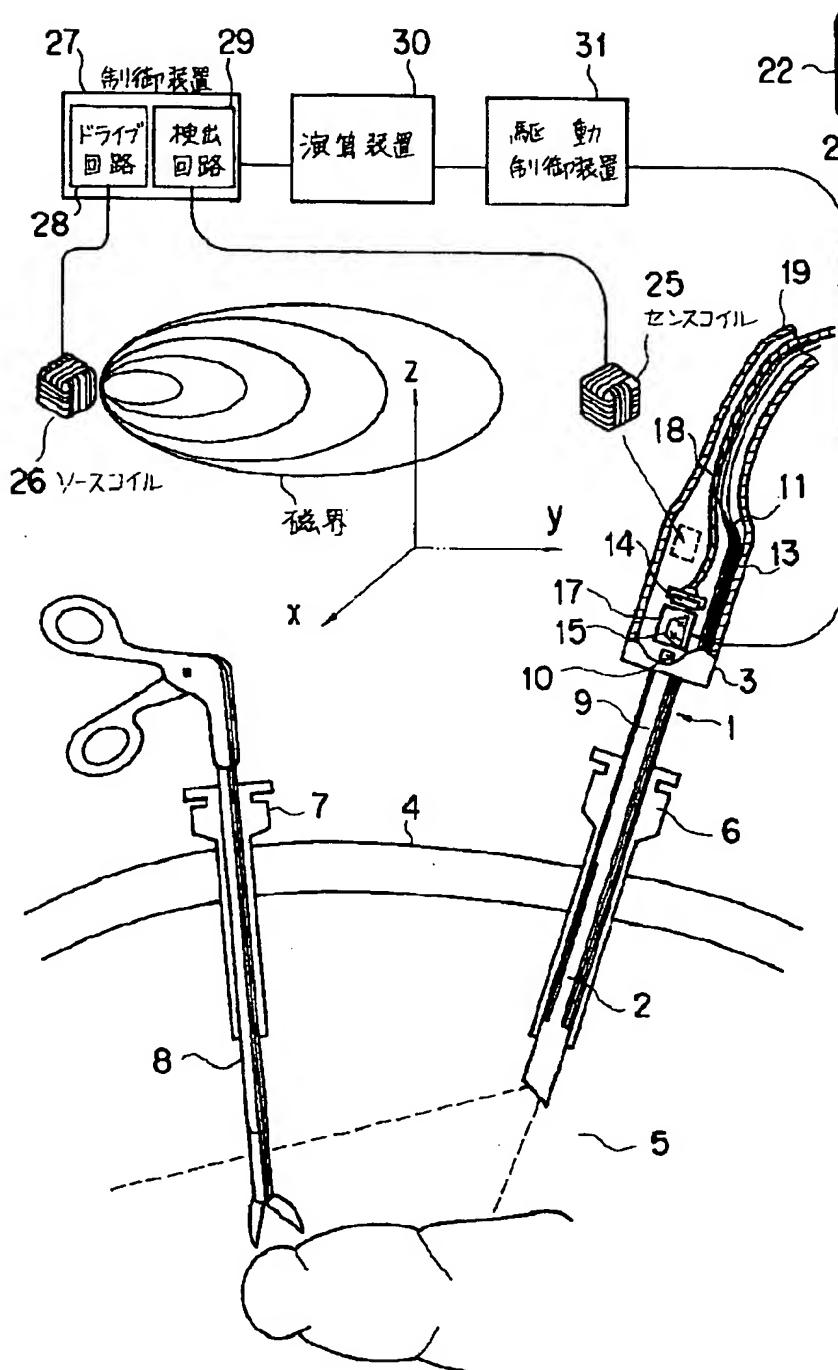
【図13】本発明の第5の実施例に係る腹腔鏡装置の電気的回路のブロック図。

【符号の説明】

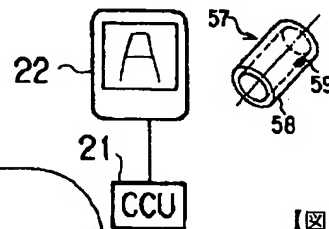
1…腹腔鏡、2…挿入部、3…手元操作部、14…CC

D、15…イメージロータータ、22…TVモニタ、25…センスコイル、26…ソースコイル、27…制御装置、28…ドライブ回路、30…演算装置。

【図1】



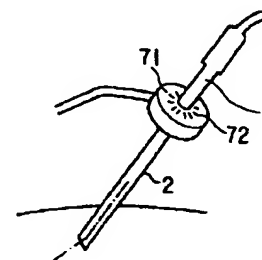
【図7】



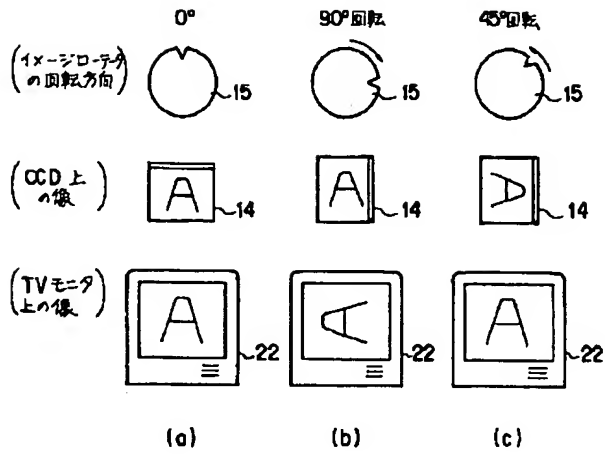
【図9】



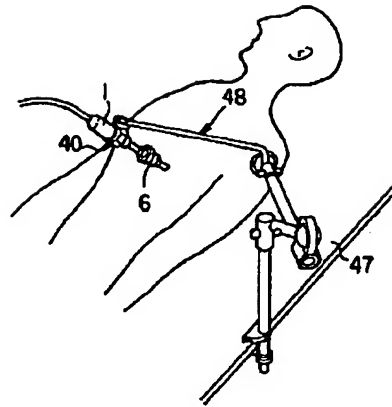
【図11】



【図2】

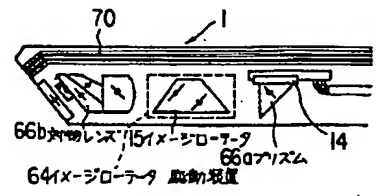
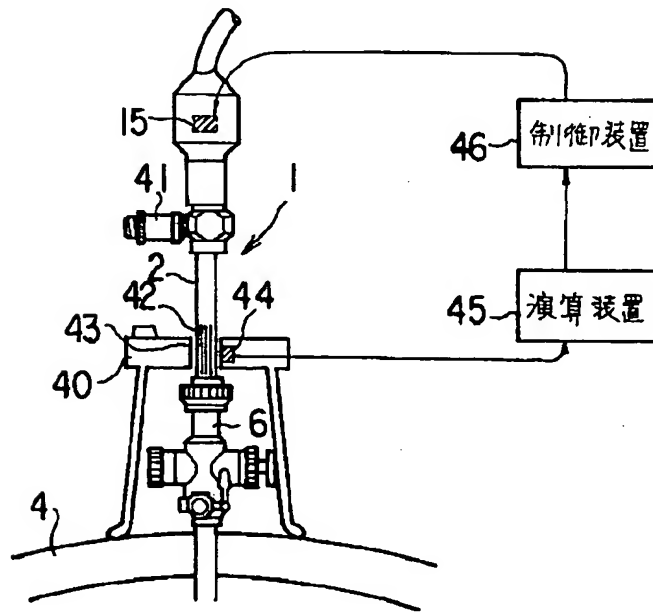


【図5】

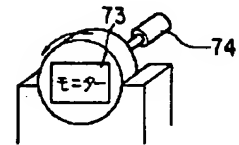


【図10】

【図4】

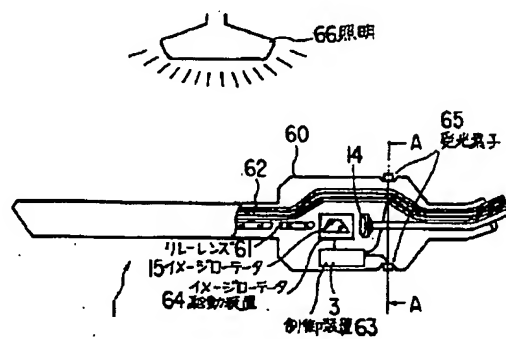
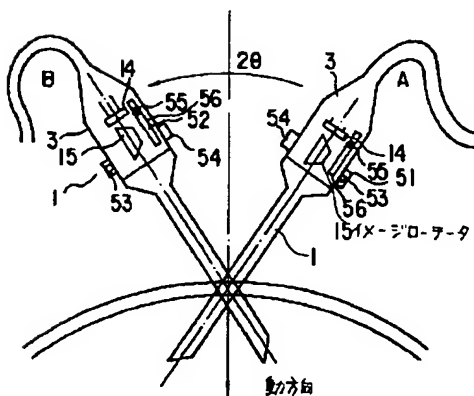


【図12】



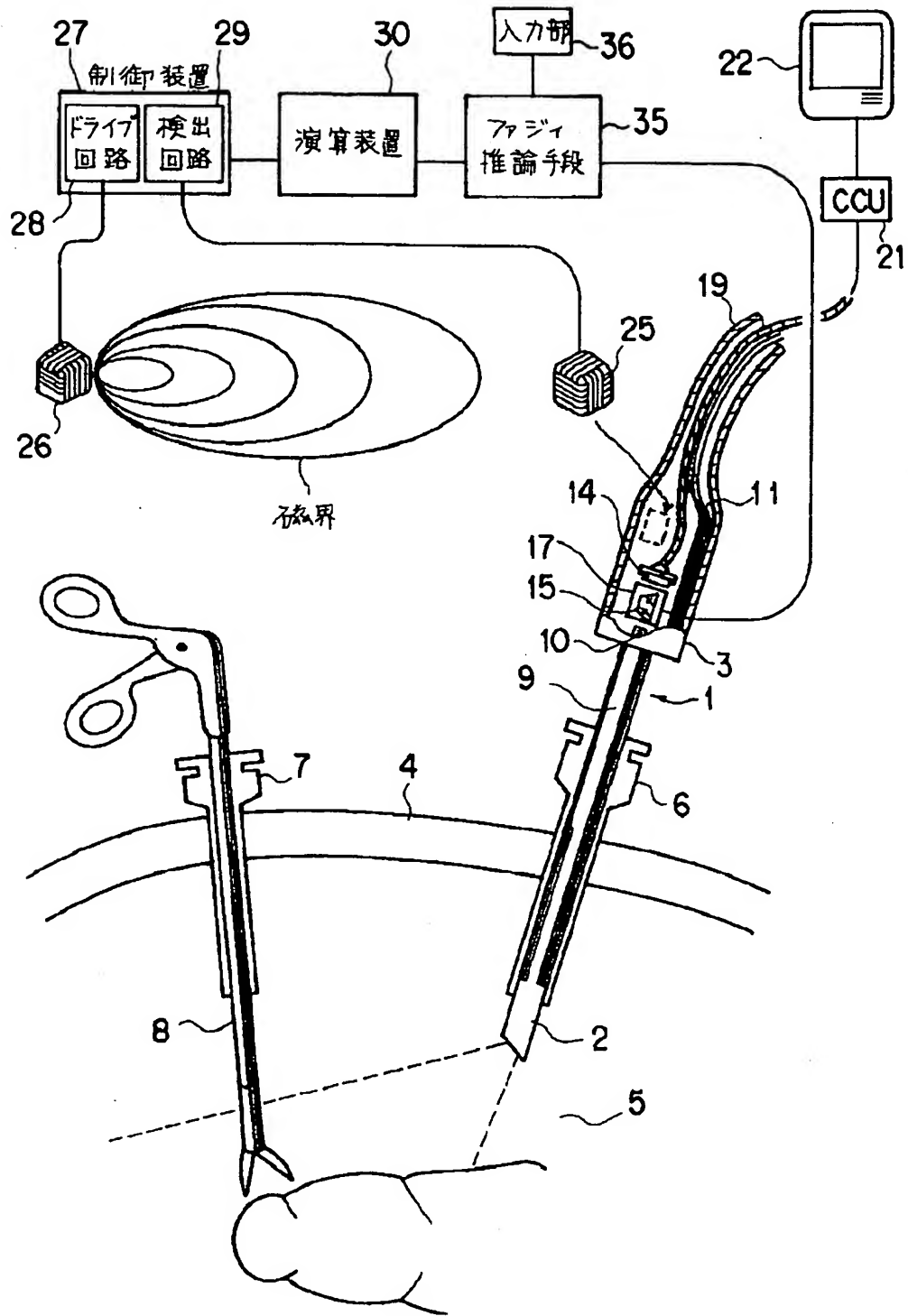
【図8】

【図6】

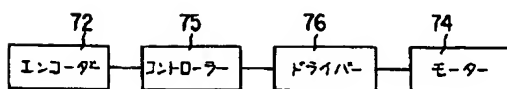




【図3】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 志賀 明  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(72)発明者 窪田 哲丸  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(72)発明者 田口 晶弘  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(72)発明者 水野 均  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 吉野 謙二  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(72)発明者 谷沢 信吉  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(72)発明者 山下 真司  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(72)発明者 石川 朝規  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(72)発明者 金森 巖  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内